

A HE-NE LÉZER FÉNYÉNEK VISSZAVERÓDÉSE

PATKÓ GYÖRGY

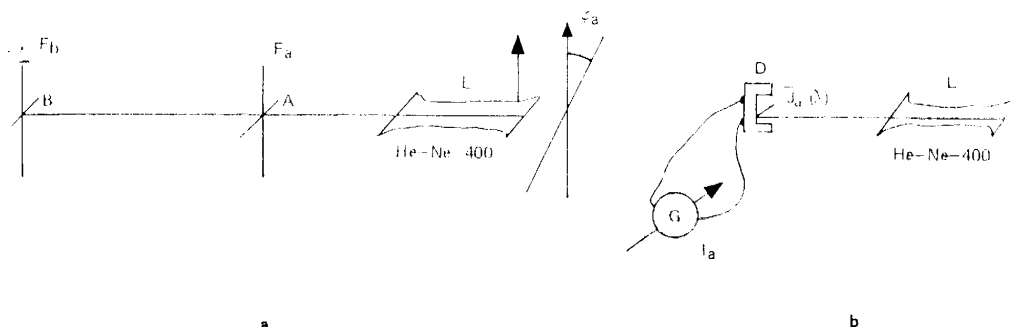
Összefoglalás

Ebben a dolgozatban röviden ismertetem a lézer fény visszaverődésének, Fresnel első egyenletének demonstrálását.

A visszaverődés vizsgálata évezredek óta időszerű. Az optika alapjenseit közismert tudósok — többek között Euklides, Platon, Heron, Ptolemaiosz, Leonardó da Vinci, Newton, Descartes, Fermat, Huygens, Fresnel tanulmányozták. A kutatók koruk kísérleti, elméleti, technikai fejlettségi szintjének megfelelően a fényvisszaverődés jelenségének egyre bonyolultabb, pontosabb törvényeit ismerték fel. E jelenségeket érdemes ma is részletesebben megvizsgálni szakkörökön, tudományos diákkörökön. A He-Ne lézer rendkívül alkalmas fényforrás e jelenség vizsgálatára.

Kísérlet:

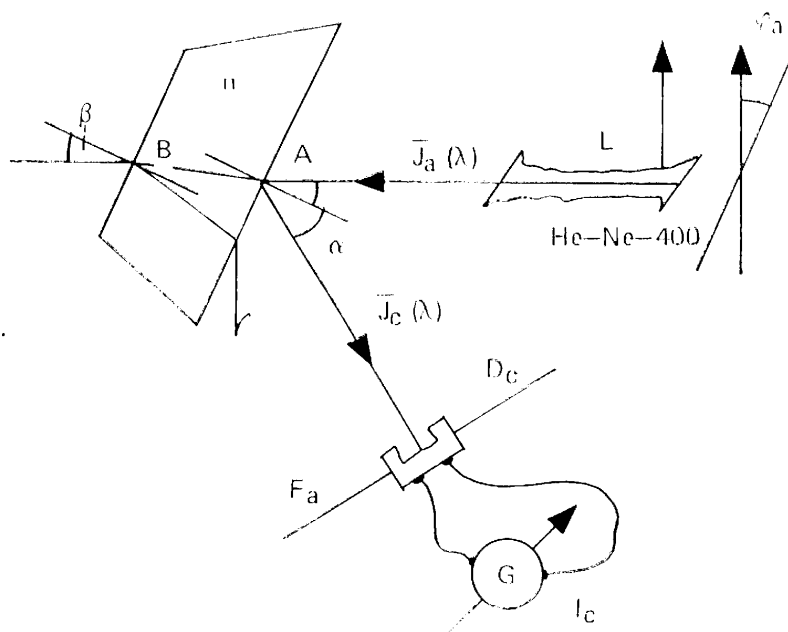
Egy KFKI gyártmányú He-Ne-400-as típusú lézert úgy rögzítsünk (1a. ábra), hogy a (632,8 nm hullámhosszúságú vörös) fénye az F_a és F_b felü-



1. ábra

letekre (az A és B pontokra) merőlegesen essen be úgy, hogy a fényforrást az optikai tengelye körül elforgatva a megvilágítás változatlan legyen. Mivel a lézer fény, a $J_{a0}(\lambda)$ lineárisan polarizált, kitüntetett rezgéssíkú fénynyaláb. Az optikai tengely körül forgatható fényforrást (lézert) olyan szög beosztással látjuk el, amelyen a lézer fényének E_a elektromos térerősség rezgéssíkja φ_{a0} -al

egybeesik. Így a lézer tengely körüli elforgatásával bármely φ_a érték leolvasható. Az F_a felülettel párhuzamosan olyan síkfelületű optikai (D) detektort helyezünk el (1b. ábra) (G) galvanométerrel összekapcsolva, amely által mutatott I_a (μA) fotoáram független a lézer (L) fényforrás forgatásától (φ_a -tól). Az elmélet alapján belátható, hogy a $J_a(\lambda)$ fényáram intenzitása arányos a beeső fénycsugár E_a amplitúdóvektorának négyzetével. Tehát $J_a \sim E_a^2$ -tel.



2. ábra

A fényvisszaverődés a 2. ábra alapján szemléltethető, mérhető. A kísérlethez a vastagabb planparalel lemez alkalmas, ugyanis így könnyebb a megtört és a második felületről (B) visszavert nyaláb elkülönítése. A visszavert fénycsugár (E_c) elektromos térerősség amplitúdó vektorához viszonyítjuk a beeső fénycsugár (E_a) elektromos térerősség amplitúdóvektorát.

Tehát:

$$\frac{J_c(\lambda)}{J_a(\lambda)} \sim \frac{E_c^2}{E_a^2} - \text{val.}$$

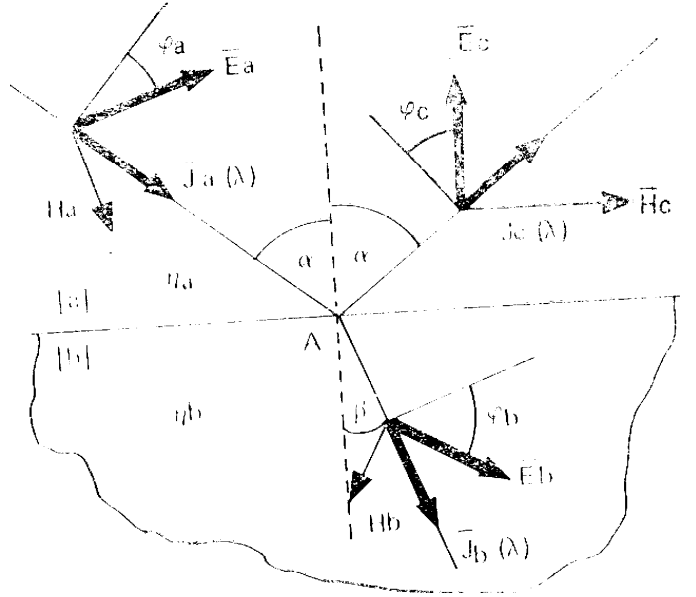
Ebből:

$$\frac{E_c}{E_a} \sim \sqrt{\frac{J_c}{J_a}} \sim \sqrt{\frac{I_c}{I_a}}.$$

A fényerősség amplitúdóarányai a Fresnel képlet (1) figyelembevételével meghatározható. [12]. 35. old.

Elmélet:

Essék az [a] és [b] átlátszó közegek sík f határfelületére α beesési szöggel párhuzamos lineárisan polarizált, monokromatikus $J_a(\lambda)$ fénynyaláb, amelyben E_a beeső elektromos térerősség amplitúdója φ_a szöget zár be a beesés síkjával (3. ábra). A H_a mágneses térerősség az E_a -ra merőleges.



3. ábra

Kérdés:

Mekkora a visszavert nyalámban az E_c elektromos térerősség amplitúdója és a φ_c irányszöge?

A számítás alapja, hogy az elektromos térerő határfelülettel párhuzamos összetevője folytonosan megy át a határfelületen.

A számítás végeredménye:

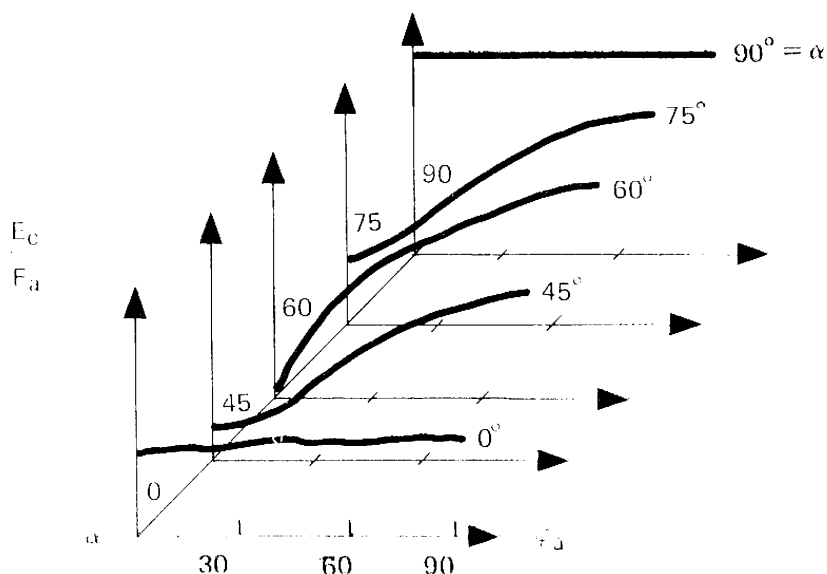
$$E_c = E_a \frac{\sin(\alpha - \beta)}{\sin(\alpha + \beta)} \sqrt{\sin^2 \varphi_a + \frac{\cos^2(\alpha + \beta)}{\cos^2(\alpha - \beta)} \cos^2 \varphi_a}, \quad (1)$$

$$\operatorname{tg} \varphi_c = - \frac{\cos(\alpha - \beta)}{\cos(\alpha + \beta)} \operatorname{tg} \varphi_a, \quad (2)$$

ahol: $\beta = \arcsin \frac{n_a}{n_b} \sin \alpha$.

Ezek (1), (2) a Fresnel-féle képletek. [12]. 27. old. A visszavert fénynyalámban az elektromos térerősség amplitúdója (E_c) és irányszöge (φ_c) kiszámít-

ható a beeső lineárisan polarizált fény E_a elektromos térerősség amplitúdójából és φ_a irányszögéből, de független változó az α beesési szög és az $n(\lambda, T)$ optikai törésmutató.



4. ábra

Ha a törésmutatót $\sqrt{3}$ -nak választjuk, akkor a 4. ábra a visszavert nyalábra vonatkozó α beesési szög (x-tengely), a φ_a -beesési irányszög (z-tengely) függvényében az $\frac{E_c}{E_a}$ amplitúdóviszonyt (y-tengely) szemlélteti.

Az 5. ábra a visszavert elektromos térerő (E_c) φ_c irányszögét ábrázolja az α beesési szög (x-tengely), a φ_a -beesési irányszög függvényében.

Mindkét ábrán jól látható, hogy az $\alpha_p = \arctg \sqrt{3} = 60^\circ$ polarizáció szögénél lényeges változások következnek be.

Ha a lineárisan poláros fényt merőlegesen ejtjük a határfelületre ($\alpha = 0$), akkor a Fresnel-képletek a következő módon alakulnak:

$$E_c = \frac{n-1}{n+1} E_a \quad (3)$$

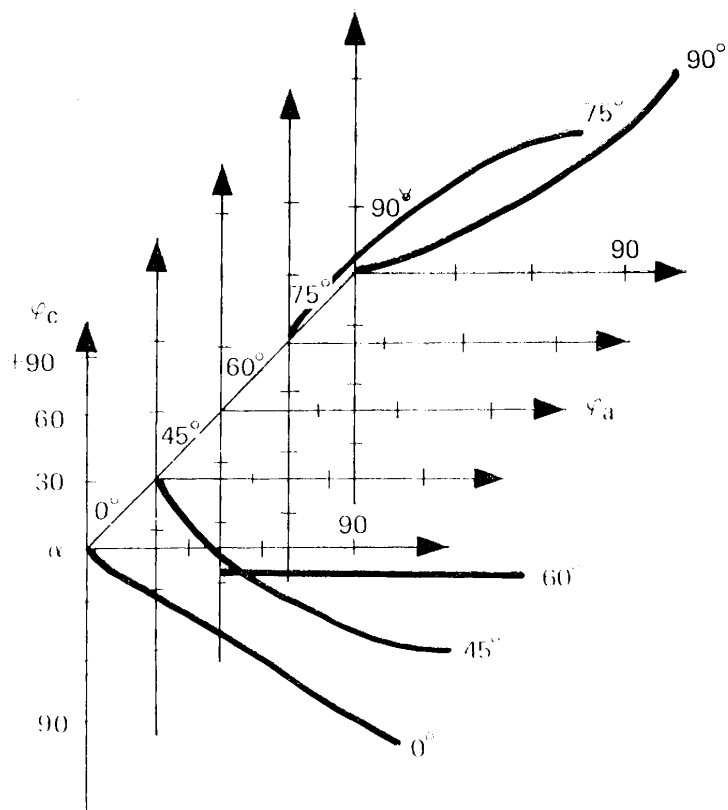
$$\tg \varphi_c = -\tg \varphi_a \quad (4)$$

A merőleges beesésnél $J_a(\lambda)$ egy része az eredeti irányban $J_c(\lambda)$ visszaverődik (6. ábra). A merőlegesen beeső lineárisan polarizált fénynyaláb elektromos térerősség vektora (E_a) a visszavert fénynyaláb elektromos térerősség vektorával (E_c) ellentétes fázisban rezeg.

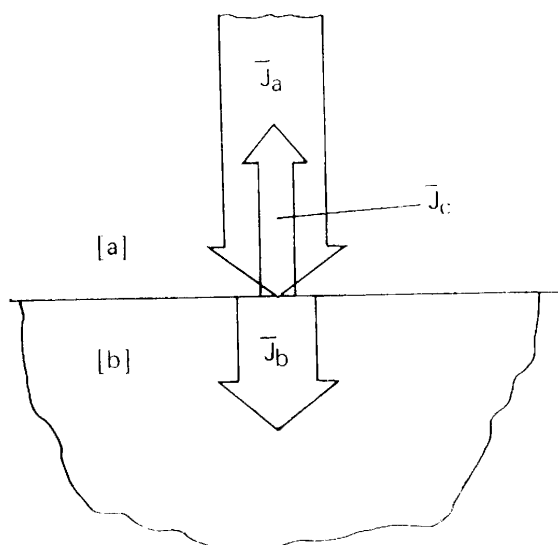
A mért és a számolt eredmények jól megegyeznek. [6]. 50. old.

A leírt kísérlet könnyen demonstrálható, reprodukálható.

A kísérlet bővíthető a természetes fény visszaverődésének vizsgálatával. [12]. 37. old.



5. ábrán



6. ábrán

I R O D A L O M

- [1] Bernolák K.: A fény. Műszaki Kiadó, Bp., 1981.
- [2] Budó Á. – Mátrai T.: Kísérleti fizika III. Tankönyvkiadó, Bp., 1978.
- [3] Feynman: Mai fizika 3. Műszaki Kiadó, Bp., 1969.
- [4] Javorszkij, B. M. – Detlof A. A.: Fizikai zsebkönyv. Műszaki Kiadó, Bp., 1974.
- [5] Kiss J.: A Fresnel egyenletek számítógépes vizsgálata. Eger, 1982. (Szakdolgozat)
- [6] Kubicskó E. – Simon I.: A Fresnel-képletek kísérleti vizsgálata. Eger, 1982. (szakdolgozat)
- [7] Mátrai T.: Gyakorlati spektroszkópia. Műszaki Kiadó, Bp., 1963.
- [8] Mátrai T. – Patkó Gy.: Fénytan. Tankönyvkiadó, Bp. 1978. (Jegyzet)
- [9] Papalekszi N. D.: Fizika II. rész. Tankönyvkiadó, Bp., 1951.
- [10] Patkó Gy.: Lineárisan polarizált fény visszaverődése és törése. VI. Észak-magyarországi Általános Iskolai Fizikatanári Ankét Eger, 1983. 171. old.
- [11] Pogány B.: Az elektromágneses tér. Athenaeum RT. Bp., 1927.
- [12] Vermes M.: A poláros fény. Műszaki Kiadó, Bp., 1967.
- [13] Weizel W.: Fizikai képletgyűjtemény I. Műszaki Kiadó, Bp., 1927.

Zusammenfassung
Reflexion des Lichtes des He-Ne Lasers

Das Thema dieser Abhandlung ist die Demonstration der Reflexion des
– Laser-Lichtes, der ersten Gleichung von Fresnel.